

## MEMBANGUN “SISTEM DINAMIS UNTUK MENGHITUNG DEBIT PUNCAK” (SDDP) DENGAN MENGGUNAKAN STELLA VERSI 9.0.2 (Uji Aplikasi Untuk Wilayah Banjir di Kecamatan Makasar Jakarta Timur)

R. Haryoto Indriatmoko

Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan, BPP Teknologi  
Jl. M.H. Thamrin 8 Jakarta Pusat

### Abstract

*Peak Discharge Dinamyc System (SDDP) is a program which apply to calculate peak of discharge a catchment area with area and rain fall intensity as parameters, with limited to maximal 50 km<sup>2</sup> area and 100 mm/hour rain fall intensity. This program is develop by using System Dinamyc Stella version 9.0.2. Steps taken are, first by calculate runoff cooefficient use **Bridge-Branch** method and then calculate peak discharge with rational method. This program is tested on sub-catchment Makassar, East Jakarta and compare the result of the program with manual calculation, and concluded that no deviation between those 2 methods, and even more the SDDP program provide prediction of peak discharge with variable C value and data of calculation peak discharge with SDDP program presented in graphic and tabulation as well.*

**Key words** : Model, Sistem Dinamis, Stella, Banjir, Debit Puncak, Koefisien Aliran, Prediksi, Jakarta Timur

### 1. PENDAHULUAN

#### 1.1. Latar Belakang

Saat ini informasi sudah menjadi suatu kebutuhan penting bagi manusia, dalam rangka mendapatkan kenyamanan hidup mulai dari informasi mengenai meteorologi dan geofisika (terutama berkaitan dengan masalah transportasi), perubahan penggunaan lahan, banjir, tanah longsor, bencana, kekeringan, sampai masalah ekonomi, politik, sosial dan budaya. Informasi sangat dibutuhkan terutama bagi para pengambil keputusan seperti pemerintah, pelaku ekonomi dan bisnis, politikus, ahli hukum atau para peneliti dan kalangan akademis. Kebutuhan akan Informasi semakin berpacu dengan waktu agar dapat dimanfaatkan atau disampaikan kepada pengguna.

Salah satu cara untuk mendapatkan informasi yang cepat terutama yang berbasis pada model sistem dinamik dapat dilakukan dengan memanfaatkan software Stella. Model ini dapat mensimulasikan perubahan yang terjadi dan hasilnya dapat ditampilkan dalam suatu hasil analisis berupa grafis dan tabulasi. Analisis grafis akan dapat menggambarkan hubungan antar parameter atau variabel dalam bentuk grafis. Tren grafis bisa ditampilkan dalam grafis garis, batang dari variabel yang saling berhubungan. Analisis tabulasi menggambarkan hubungan antar variabel dalam wujud angka atau numeris<sup>1)</sup>.

Model Stella ini akan digunakan untuk perhitungan pada kondisi saat ini dan prediksi hasil dari debit puncak pada suatu Daerah Aliran Sungai (DAS). Untuk dapat menghitung besarnya

debit puncak dari suatu DAS syarat utama adalah data intensitas hujan yang digunakan berasal dari hujan dengan durasi hujan yang sama dengan waktu konsentrasi ( $T_c$ ). Jika syarat tersebut dapat dipenuhi maka akan diperoleh hasil perhitungan debit puncak maksimum<sup>3)</sup>. Alasan dari dipilihnya sistem dinamis Stella ini digunakan untuk menganalisis besarnya debit puncak adalah kemampuannya dalam membuat "looping" dari pembacaan data secara tersusun dan bergantian. Dari kemampuan pembacaan secara tersusun dan bergantian inilah sistem dinamis tersebut diaplikasikan dalam Model SDDP ini.

Parameter yang disajikan untuk menghitung besarnya koefisien aliran dari metode Bridge-Branch (IEA, 1987) ini disusun secara klas dan masing masing parameter diberi bobot menurut besarnya faktor pengaruh (Lihat Lampiran 1). Nilai koefisien aliran yang semakin besar disuport oleh klas bobot yang juga semakin besar dan untuk nilai koefisien aliran yang kecil didapat dari parameter fisik dan meteorologi yang berasal dari bobot yang kecil. Sistem dinamis Stella ini dapat digunakan untuk menghitung besarnya koefisien aliran dengan cara perhitungan secara tersusun secara kombinasi dan saling bergantian. Hasilnya adalah deret koefisien aliran C dari 0,1 sampai 1. Deret koefisien aliran dari 0,1 sampai 1 inilah yang digunakan untuk membuat deret yang sama dari debit puncak.

Deret hubungan antara koefisien aliran dengan debit puncak inilah yang digunakan sebagai data untuk dapat memprediksi besarnya debit puncak dari C hasil prediksi. Perubahan

besarnya koefisien aliran disebabkan atas adanya suatu dinamika dari parameter fisik dan meteorologi yang ada dalam DAS, yaitu sebagai akibat dari perubahan penggunaan lahan dan intensitas hujan.

Pengaruh faktor fisik dan meteorologi dalam suatu DAS yang mempengaruhi besarnya koefisien aliran adalah perubahan penggunaan lahan/tutupan lahan, "storage" atau timbunan dari faktor-faktor drainase, kemiringan lereng dan intensitas hujan ini adalah faktor yang paling berpengaruh terhadap koefisien aliran (C). Koefisien aliran yang semakin besar dari suatu DAS akan , yang ditunjukkan dengan semakin cepatnya air hujan yang berubah menjadi aliran<sup>3)</sup>.

Koefisien aliran mempunyai peranan yang sangat penting yaitu sebagai indikator fisik yang mempengaruhi proses aliran air dalam dalam DAS. Jika koefisien aliran suatu DAS kecil kurang dari 50% itu merupakan suatu tanda bahwa DAS dalam keadaan yang cukup baik sedangkan jika lebih dari 50 % maka kondisinya kurang baik, karena DAS kurang dapat menyimpan air hujan. Koefisien aliran juga dapat dipakai sebagai tolak ukur untuk mengevaluasi aliran dalam kaitannya dengan aktifitas yang dilakukan dalam DAS (misalnya kegiatan pengelolaan DAS).

Fungsi penting lainnya dari koefisien aliran adalah dalam memprediksi besarnya debit puncak. Sebagai indikator aliran permukaan biasanya dipakai dalam menentukan debit puncak suatu banjir, sedangkan sebagai tolak ukur dalam mengevaluasi pengelolaan DAS, koefisien aliran dipakai sebagai salah satu indikator pengaruh dari suatu upaya Pengelolaan DAS. Jika dari hasil upaya pengelolaan DAS telah menyebabkan nilai koefisien aliran yang semakin mengecil maka ini merupakan indikasi bahwa upaya tersebut telah memberikan hasil. Sebaliknya jika upaya yang dilakukan tidak menunjukan adanya nilai C yang semakin berkurang maka upaya yang telah dilakukan belum mengarah pada keberhasilan.

## 1.2. Tujuan

Tujuan dari penulisan ini adalah mengaplikasikan suatu model dinamis menggunakan Sistem Dinamis Stella untuk menghitung debit puncak dari sebuah DAS dengan luas kurang dari 50 Km<sup>2</sup> sebagai akibat dari perubahan penggunaan lahan atau peningkatan nilai C. Model ini dibangun dengan metode perhitungan koefisien aliran yang dikembangkan oleh Bridge-Branch (IEA, 1987). Membandingkan hasilnya hitungan dengan model SDDP dengan analisis debit puncak

dengan menggunakan sampel dari DAS yang dipilih.

## 1.3. Metodologi

### 1.3.1. Langkah-langkah

- a. **Studi Pustaka atau pendalaman model dinamik Stell Versi 9.** Mendalami manual dari model, mulai dari cara operasi, pemakaian formula dan membuat model dan testing model dan mengaplikasikannya untuk suatu DAS dengan luas kurang dari 50 Km<sup>2</sup>. Perhitungan debit puncak secara cepat. Hasilnya berupa analisis dalam bentuk grafik dan tabel.
- b. **Tahap Perolehan/Pengumpulan Data.** Data diperoleh dari data sekunder sebagai data tes, dari sebuah DAS yang sudah dianalisis intensitas hujan dan durasi hujan. Model diaplikasikan pada wilayah banjir di Kecamatan Makasar Jakarta Timur, dari sub-sub DAS kecil di Jakarta Timur yang merupakan wilayah banjir lokal. Sub-sub DAS ini mempunyai luas area kurang dari 50 Km<sup>2</sup>, seperti yang disyaratkan dalam metode Bridge-Branch, data bobot untuk masing-masing parameter.
- c. **Dinamika model.** Parameter untuk relief, storage dan karakteristik, tutupan lahan dan intensitas hujan merupakan parameter yang menentukan dalam koefisien aliran. Parameter tersebut digunakan sebagai parameter dinamis dari model untuk menunjukkan adanya aktifitas kegiatan dalam DAS yang mengasumsikan perubahan lahan. Perubahan C dianggap sebagai akibat dari perubahan penggunaan lahan/tutupan lahan, perubahan storage/timbunan/drainase, dan kemiringan lereng.
- d. **Hasil akhir.** Hasil dari "running" model disajikan dalam bentuk grafik dan tabel.
- e. **Uji hasil.** Uji hasil akan dilakukan dengan membandingkan hasil perhitungan antara Model SDDP dengan perhitungan debit puncak dari sampel uji.

Untuk menghitung besarnya koefisien aliran ( C ) ditetapkan dengan pendekatan Metode Bridge-Branch (IEA, 1987). Berdasarkan metode tersebut parameter fisik dan non fisik yang mempengaruhi koefisien aliran adalah:

- 1) Intensitas Hujan.
- 2) Kemiringan lereng/relief
- 3) Kapasitas penampungan/storage
- 4) Karakteristik dan tutupan lahan/"ground characteristic".

Untuk mengetahui besarnya debit puncak maka nilai C dapat dihitung dengan Metode tersebut. Pada sampel uji besarnya nilai

C dapat dilihat pada Tabel 2. Untuk memprediksi besarnya debit puncak dilakukan dengan cara melihat dari Lampiran dari output Model SDDP, pada kolom debit puncak dan pada C hasil prediksi. Sebagai contoh diambil dari kasus yang ada di sub-sub DAS Halim. Besarnya debit puncak pada periode ulang 2 tahun dengan C hitung (saat ini yaitu 0, 65) adalah 4,92 m<sup>3</sup>/dt. Maka dapat dilakukan suatu prediksi terhadap debit puncak pada saat C prediksi 0,80 sehingga akan diperoleh besarnya debit puncak dengan periode ulang 2 tahun yaitu sebesar 6,05 m<sup>3</sup>/dt.

Untuk dapat menghitung besarnya koefisien aliran dari suatu DAS keempat parameter tersebut di beri nilai bobot. Total bobot pada kondisi maksimal adalah 100 atau kalau dinyatakan dalam koefisien aliran adalah 1. Dalam kondisi maksimal (C) besar tutupan lahan memberikan bobot 45%, Intensitas hujan 35%, Kemiringan lereng dan timbunan permukaan masing-masing memberikan bobot 10 % dari besarnya koefisien aliran. Adapun besarnya Koefisien Aliran yang didasarkan atas keempat parameter fisik dan meteorologi yang telah disebutkan dimuka. Tabulasi parameter fisik dan meteorologi dari metode Bridge-Branch dapat dilihat pada Lampiran 1.

Model SDDP ini sebaiknya digunakan untuk DAS dengan luas area kurang dari 50 Km<sup>2</sup>. Adapun yang mendasari alasan tersebut adalah jika DAS yang akan dianalisis mempunyai luas area lebih besar dari 50 Km<sup>2</sup>, maka nilai C yang didapat akan kurang dari 50%, sedang untuk nilai C lebih 80% hanya akan dapat dicapai jika intensitas hujan tinggi dan mencakup 90% DAS (dimana kondisi *Antecedent Precipitation Index* dalam keadaan jenuh). Alasan lainnya adalah jika luas area DAS lebih besar dari 50 km<sup>2</sup>, adalah adanya keseragaman hujan terhadap waktu dan ruang yang sulit dicapai pada DAS lebih besar dari 50 km<sup>2</sup>.

### 1.3.2. Rumus Yang Digunakan

Untuk mendapatkan besarnya koefisien aliran ( C ) dari suatu DAS dilakukan dengan menjumlahkan keempat parameter fisik dan paramete klimatologinya kemudian membagi dengan 100. Besarnya koefisien aliran dengan menggunakan metode tersebut adalah antara 0,1 dan maksimum 1.

Untuk menghitung Debit Puncak (Qp) dilakukan dengan menggunakan metode rasional, dimana Qp tersebut diperoleh dengan metode rasional <sup>3)</sup>:

$$Qp = 0,278 C.I.A \quad m^3/dt$$

Keterangan:

$$Qp = \text{Debit puncak (m}^3/\text{dt)}$$

- C = Koefisien aliran  
I = Intensitas Hujan (mm/jam)  
A = Luas DAS Km<sup>2</sup>

## 2. APLIKASI MODEL STELLA

Model dinamik yang tersedia di pasar adalah Dynamo, Vensim, I-Think, Powersim dan Stella. Software model dinamik tersebut mempunyai keunggulan dan kekurangan masing-masing. System dinamik yang digunakan untuk perhitungan Debit puncak ini menggunakan Stella Versi-9. Langkah-langkah yang dilakukan untuk memodelkan perhitungan debit puncak adalah sebagai berikut:

1. Merencanakan model yang dimulai dengan pembuatan Stock, Flow, Converter dan Konektor, dan memberikan indikator atau keterangan untuk masing masing Stock, dan Converter.
2. Stock dinyatakan sebagai hasil akumulasi, fungsinya untuk menyimpan informasi parameter yang masuk dan keluar.
3. Flow berfungsi sebagai aliran yang akan mengisi dan mengalirkan stock. Dalam aplikasi ini flow digunakan untuk menyatakan hasil dari perhitungan Debit Puncak, rumus dasar dari metode rasional untuk debit puncak dibuat dalam flow ini.
4. Converter, berfungsi untuk menyimpan konstanta atau input suatu persamaan atau untuk fungsi logika. Pada model ini konverter digunakan untuk memasukkan input intensitas hujan dan luas DAS. Sedangkan converter lainnya digunakan untuk memasukkan fungsi logika pada Bobot intensitas mulai dari tipe 1 sampai 7 dengan menggunakan fungsi logika IF THEN dan ELSE. Bobot 1-7 digunakan untuk pembobotan Intensitas hujan. Converter lainnya digunakan untuk menghitung nilai C. Input C ini diperoleh dengan melakukan penjumlahan bobot dari setiap parameter kemudian membaginya dengan 100 agar hasilnya antara 0,1 sampai 1.
5. Dengan cara memasukkan nilai Intensitas hujan dan luas DAS, maka akan diperoleh besarnya debit puncak dari DAS tersebut.
6. Debit puncak dari suatu DAS akan dicapai jika Intensitas hujan yang digunakan diperoleh dari hujan yang terjadi dengan lama hujan sama dengan waktu konsentrasi. Untuk memperoleh data intensitas hujan yang dimaksud, dapat diperoleh dari data kurva Intensitas Durasi dan Frekuensi / Periode Ulang DAS bersangkutan. Untuk contoh uji terhadap Model SDDP pada sub-sub DAS di Kecamatan Makasar maka digunakan kurva IDF dari stasiun meteorologi Halim Perdana Kusuma. Kurva IDF tersebut terdapat pada Lampiran 4.

Struktur model dan Formula dari model SDDP dapat dilihat pada Lampiran 2 dan Lampiran 3. Untuk dapat menghitung besarnya debit puncak dari suatu DAS dilakukan dengan cara memasukkan input numerik yang terdiri dari:

1. Input luas DAS dalam  $\text{km}^2$ .
2. Input intensitas hujan dalam satuan  $\text{mm/jam}$
3. Syarat yang ditetapkan pada model ini adalah
  - a. Luas DAS yang akan dianalisis adal  $\leq 50 \text{ Km}^2$ .
  - b. Intensitas hujan maksimum adalah  $\leq 100 \text{ mm/jam}$ , jika memasukkan intensitas hujan lebih dari  $100 \text{ mm/jam}$ , maka oleh model intensitas hujan dianggap sebagai  $100 \text{ mm/jam}$ .

Setelah memasukkan kedua input tersebut kedalam model maka untuk "running" model ini dapat dilakukan dengan meng klik tanda ( ), hasilnya dapat dilihat dengan cara Tabel dan Grafik. Grafik yang dihasilkan menunjukkan hubungan antara Besarnya luas DAS, Intensitas hujan, koefisien aliran dan Debit Puncak. Hasil perhitungan selain ditunjukkan dalam bentuk grafik juga disajikan kedalam bentuk Tabel <sup>1)</sup>.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Model SDDP akan diuji coba untuk menghitung debit puncak pada wilayah rawan genangan di Kecamatan Makasar Jakarta Timur. Wilayah Kecamatan Makasar terdiri dari lima kelurahan yaitu Kelurahan Makasar, Halim Perdana Kusuma, Cipinang Melayu, Kebon Pala dan Pinang Ranti. Luas Kecamatan mencapai  $21,66 \text{ Ha}$ . Wilayah ini secara administratif dibatasi di sebelah utara oleh Kecamatan Jatinegara, sebelah timur Pondok Gede dan Bekasi, sebelah selatan Kecamatan Cipayang dan Kodya Jakarta Timur, dan di sebelah barat Kecamatan Kramat Jati dan Kodya Jakarta Timur.

Di wilayah Kecamatan Makasar, kejadian banjir yang dapat menimbulkan genangan terjadi hampir tiap tahun sekali yaitu terjadi di Sub-sub DAS Halim dengan outlet di SMU 9, Sub-sub DAS Kamboja dengan outlet Bayu Ujung, Sub-sub DAS Jengki dengan outlet SD Inpres, Sub-sub DAS Supomo dengan outlet di Depnaker, Sub-sub DAS Pulo Gadel dan Sub-sub DAS Taman Harapan dengan outlet di Harapan 4. Luas masing-masing Sub-sub DAS dapat dilihat pada Tabel 1. <sup>2)</sup>

Tabel 1. Luas sub-sub DAS di Kecamatan Makasar

No	Nama Sub-sub DAS	Luas $\text{km}^2$
1	Halim	0,29
2	Kamboja	0.25
3	Jengki	0.25

4	Supomo	0.32
5	Pulo Gadel	0.16
6	Taman Harapan	0.41

Sumber: Meliza, G.R., 2006

Tata guna lahan di wilayah Kecamatan Makasar dialokasikan untuk perumahan (80%), wilayah industri (16,96%) dan digunakan untuk lainnya lapangan udara, golf, fasilitas sosial dan komplek TNI AU seluas 52,31%. Topografi wilayah ini umumnya datar, dan timbunan permukaan dengan sistem drainase yang kurang lancar, jika hujan turun maka wilayah ini mudah timbul adanya genangan <sup>2)</sup>.

Hasil perhitungan besarnya koefisien aliran secara tertimbang/menggunakan C dari literatur terhadap keenam Sub-sub DAS dikecamatan Makasar adalah dapat dilihat pada Tabel 2. Hasil analisis terhadap intensitas hujan di sub-sub DAS di Kecamatan Makasar yang didasarkan atas hujan dengan intensitas hujan yang terjadi dengan durasi hujan sama dengan  $T_c$  adalah dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 2. Hasil analisis Koefisien Aliran sub-sub DAS di Kecamatan Makasar

No	Nama Sub-sub DAS	C
1	Halim	0,60
2	Kamboja	0,59
3	Jengki	0,62
4	Supomo	0,61
5	Pulo Gadel	0,61
6	Taman Harapan	0,60

Sumber: Meliza, G.R., 2006

Model SDDP yang dibangun kemudian diuji untuk menghitung debit puncak ( $Q_p$ ) dari 6 buah sub-sub das di wilayah Kecamatan Makasar. Hasil perhitungan debit puncak antara hasil "running Model SDDP dengan sampel uji dari sub-sub DAS yang ada di Kecamatan Makasar dapat dilihat pada Tabel 4.

Pada Tabel 4, debit puncak yang dihitung oleh Meliza (Meliza G.R., 2006) dibandingkan dengan SDDP terdapat perbedaan hasil. Hasil perhitungan debit puncak dengan menggunakan SDDP menunjukkan hasil yang lebih besar. Ini sebenarnya tidak menunjukkan adanya kesalahan hitung. Perbedaan tersebut terjadi karena nilai C yang digunakan dalam model SDDP menggunakan nilai C sebesar 0,65. Nilai C sebesar 0,65 tersebut lebih banyak dipicu oleh intensitas hujan pada periode ulang 2 tahun pada interval  $75 < 100$  (Lampiran 1) yang memberikan bobot kontribusi dengan nilai 30 atau 0,30) dari nilai C yang didapat dari model SDDP. Perbedaan tersebut disebabkan oleh adanya pembobotan dalam Metode Bridge-Branch (IEA,

1987), dimana range nilai C tersebut berkisar antara 0,1 sampai 1 atau dengan interval 0,5. Perhitungan C dalam sampel dihitung dari setiap penggunaan lahan dengan nilai C yang diambil dari referensi. Hasilnya akan diperoleh nilai C dengan interval perhitungan sampai 0,1. Tabel 5 menjelaskan perbedaan antara C sampel dan C dari model SDDP, sehingga akan menghasilkan hasil hitungan yang berbeda.

Tabel 3. Intensitas hujan perioda ulang 2 tahun dan 5 tahun dari berbagai Tc pada sub-sub DAS di Kecamatan Makasar

No	Nama Sub-sub DAS	Tc (jam)	I 2 tahun mm/jam	I 5 tahun mm/jam
1	Halim	0,34	93,87	116,4
2	Kamboja	0,69	68,8	87,5
3	Jengki	0,44	85,05	106,4
4	Supomo	0,46	78,3	98
5	Pulo Gadel	0,37	93,8	116,4
6	Taman Harapan	0,7	98,75	111,2

Sumber: Meliza, G.R., 2006

Tabel 4. Hasil perhitungan debit puncak antara Sampel dan Model SDDP

No	Nama Sub-sub DAS	I 2 tahun (jam)	Qp (*) 2 tahun m3/dt	QP-SDDP 2 tahun M3/dt
1	Halim	93,87	4,56	4,92
2	Kamboja	68,8	2,83	2,87
3	Jengki	85,05	3,69	3,84
4	Supomo	78,3	4,28	4,53
5	Pulo Gadel	93,8	2,53	2,71
6	Taman Harapan	98,75	5,39	7,32

(\*) dilakukan oleh Meliza, G.R., 2006

Tabel 5. Besarnya Koefisien Aliran ( C ), antara Sampel dengan Model SDDP yang menghasilkan debit puncak

No	Nama Sub-sub DAS	I 2 tahun (jam)	C* Sampel	C SDDP
1	Halim	93,87	0,60	0,65
2	Kamboja	68,8	0,59	0,65
3	Jengki	85,05	0,62	0,65
4	Supomo	78,3	0,61	0,65
5	Pulo Gadel	93,8	0,61	0,65
6	Taman Harapan	98,75	0,60	0,65

Sumber: \* Meliza GR, 2006 dan hasil perhitungan

Untuk dapat memprediksi besarnya debit puncak pada periode ulang 2 tahun dari sub-sub DAS Halim dapat dilakukan dengan membaca Tabel yang disajikan pada Lampiran 5. Jika karena aktifitas pembangunan menyebabkan terjadi perubahan penggunaan lahan sehingga berdasarkan hasil analisis terhadap koefisien aliran menjadi 0,80 maka jika ada hujan dengan intensitas sebesar 93,87 mm/jam maka besarnya debit puncak di sub-sub DAS Halim adalah 6,06 m<sup>3</sup>/dt (Lihat tabel pada Lampiran 5). Dengan mengetahui kemungkinan debit puncak yang akan terjadi maka akan dapat diantisipasi rancangan bangunan air yang akan didisain. Ini akan memberikan keuntungan secara teknis.

#### 4. PENUTUP

Model SDDP dalam penggunaannya untuk menghitung debit puncak ternyata dapat dilakukan dengan cepat. Jika hasil perhitungan debit puncak yang dilakukan dengan menggunakan Model SDDP dibandingkan dengan metode perhitungan lainnya maka akan diperoleh hasil yang relatif sama atau tidak ada perbedaan pada nilai nilai C sama terhadap hasil perhitungan yang dilakukan dengan metode lainnya.

Keuntungan yang ditawarkan dengan menggunakan model SDDP ini adalah dapat menghitung debit puncak secara serentak dengan berbagi koefisien aliran, yang disajikan dalam bentuk tabel dan grafik, sehingga memudahkan untuk analisis dan memprediksi debit puncak kedepan. Jika besarnya koefisien aliran dimasa yang akan datang dapat diketahui maka debit puncak yang akan terjadi dengan periode ulang tertentu akan dapat diketahui juga.

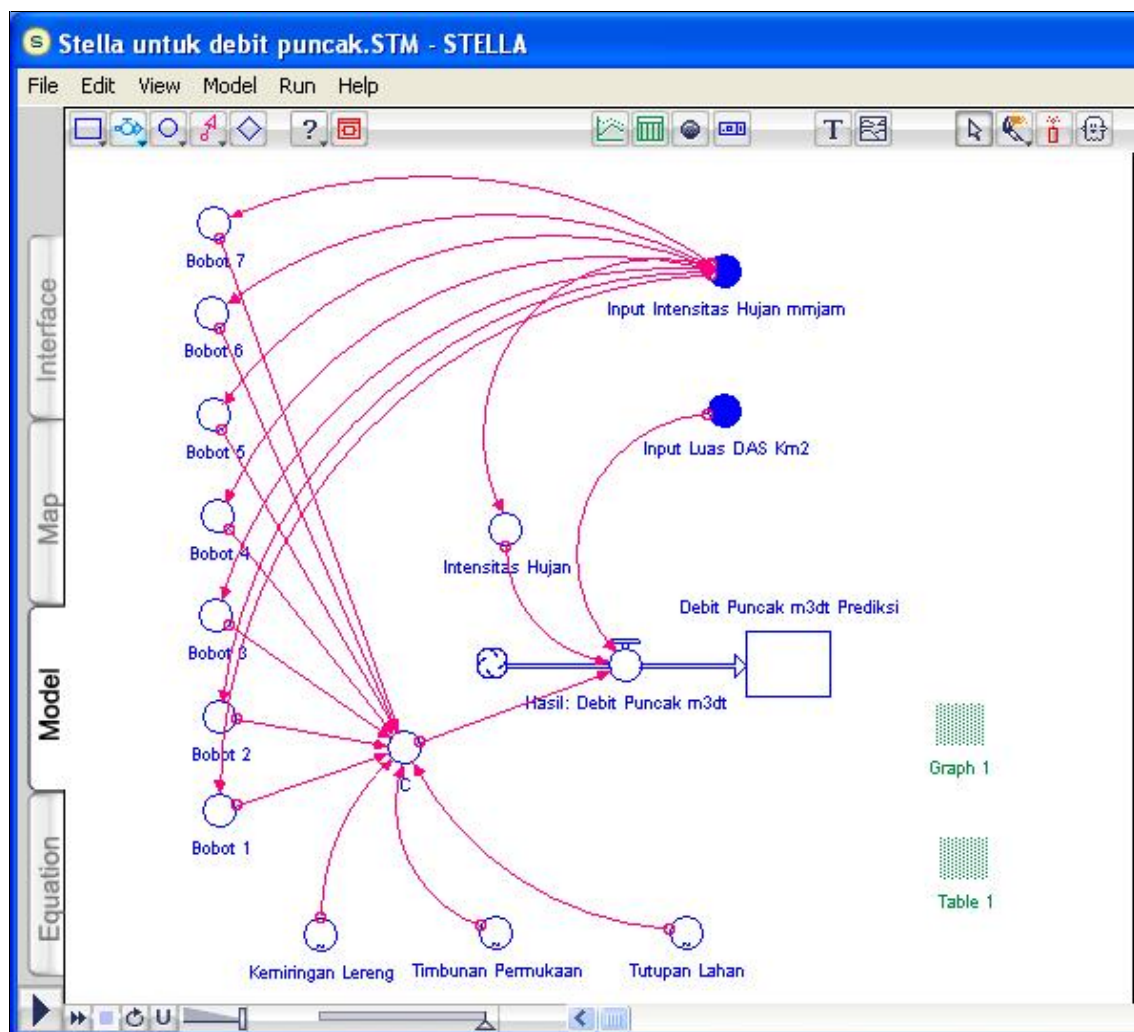
#### DAFTAR PUSTAKA

1. Agela B. Shiflet and George W Shift, 2006, *Introduction to Computational Science: Modeling and Simulation for the Sciences*, Princeton University Press.
2. Meliza, G.R, 2006. Evaluasi Sistem Drainase Pada Daerah Rawan Genangan di Wilayah Kecamatan Makasar Jakarta Timur, Teknik Lingkungan Universitas Trisakti, Jakarta.
3. The Institution of Engineers Australia, 1987, *Australian Rainfall and Runoff*. IEA National Headquarters: Australia.

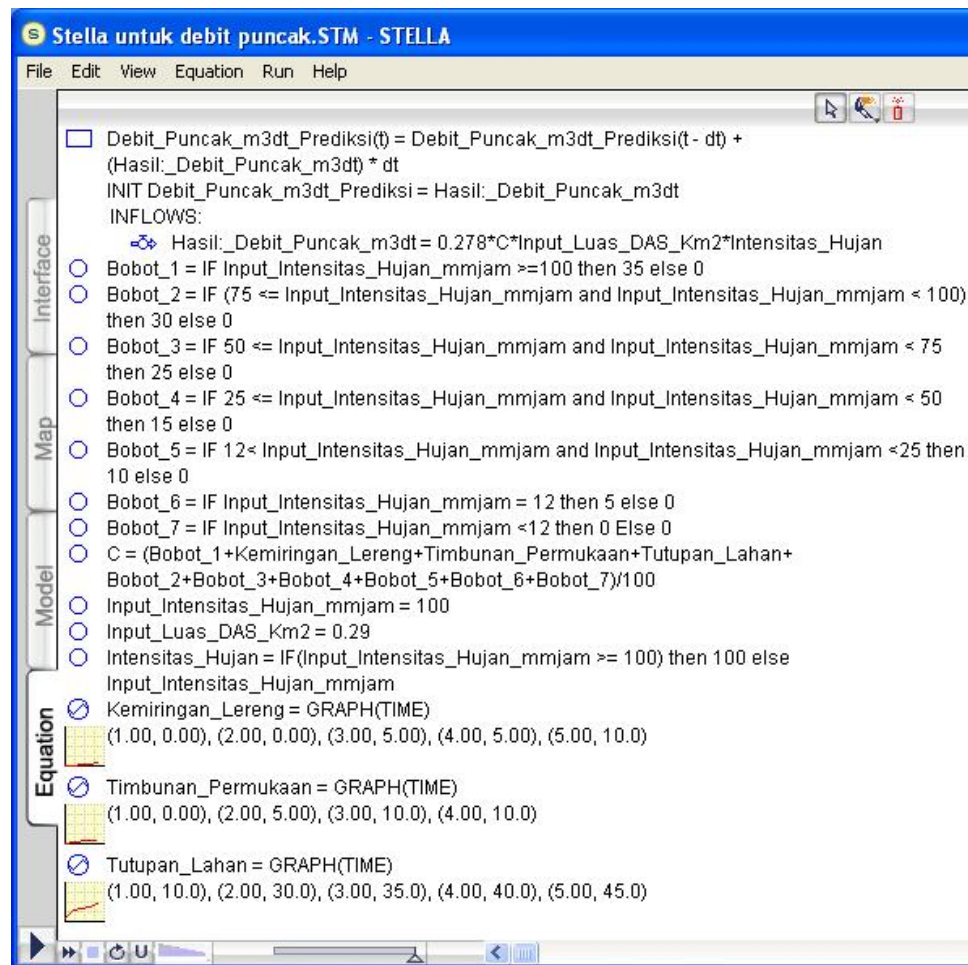
## LAMPIRAN

Lampiran 1. Perkiraan besarnya koefisien aliran C menurut metode Bridge-Branch (IEA, 1987)

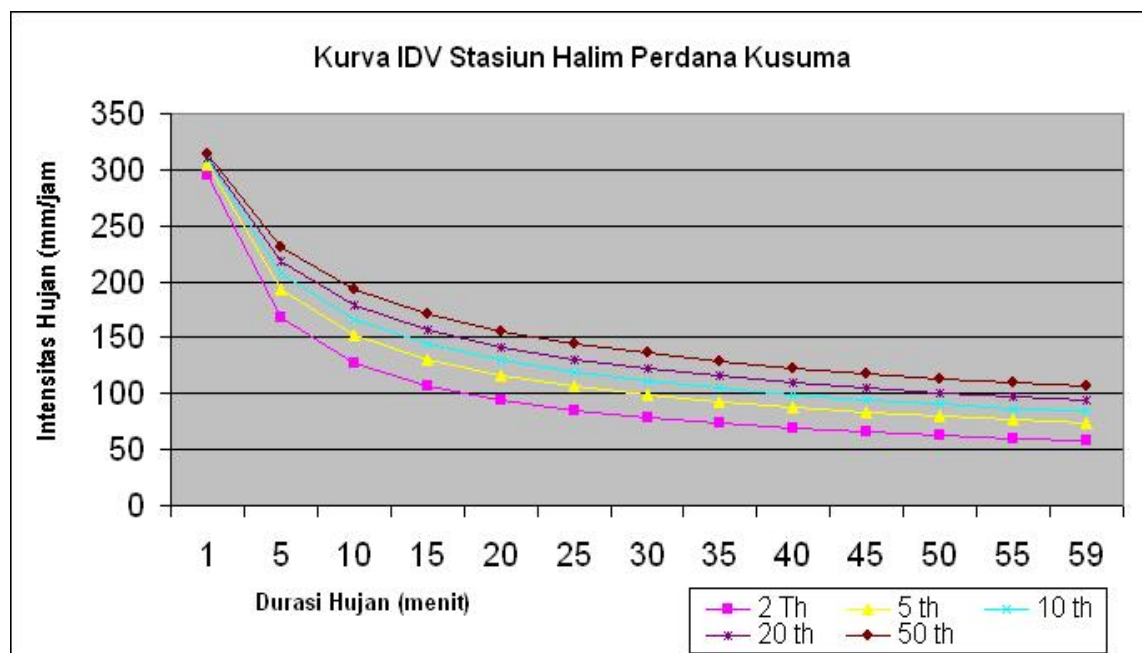
Intensitas Hujan (mm/jam)	Bobot 35 100	Bobot 30 75-<100	Bobot 25 50-<75	Bobot 15 25-<50	Bobot 10 12-<25	Bobot 5 12	Bobot 0 <12
Relief	Bobot 10 Kemiringan >15%		Bobot 5 Kemiringan 8-15%	Bobot 5 Kemiringan 4-8%	Bobot 0 Kemiringan 1,5-4%		Bobot 0 Kemiringan 0-1,5%
Storage	Bobot 10 Tidak ada, sedikit depresi permukaan, anak sungai, limpasan permukaan mudah/cepat		Bobot 10 Sistem drainase baik dengan anak sungai		Bobot 5 Limpasan permukaan signifikan, kolam persawahan atau kolam		Bobot 0 Konservasi mencapai 90%
Ground Characteristics and Cover	Bobot 45 Berkas, berlempung, tanah yg tak menyerap		Bobot 40 Hutan terbuka atau lahan berumput, tanaman	Bobot 35 Lahan berumput tanaman kayu tektur tanah medium	Bobot 30 Wilayah tanaman kayu rapat, lahan pertanian dan berkebun		Bobot 10 Lahan berpasir atau tanah dengan agregat baik



Lampiran 2. Model stella untuk debit puncak



Lampiran 3. Kode program Model Stella untuk debit puncak



Sumber: Meliza, G.R., 2006

Lampiran 4. Grafik hubungan intensitas hujan dengan durasi dari berbagai periode ulang Di Stasiun Halim Perdana Kusuma

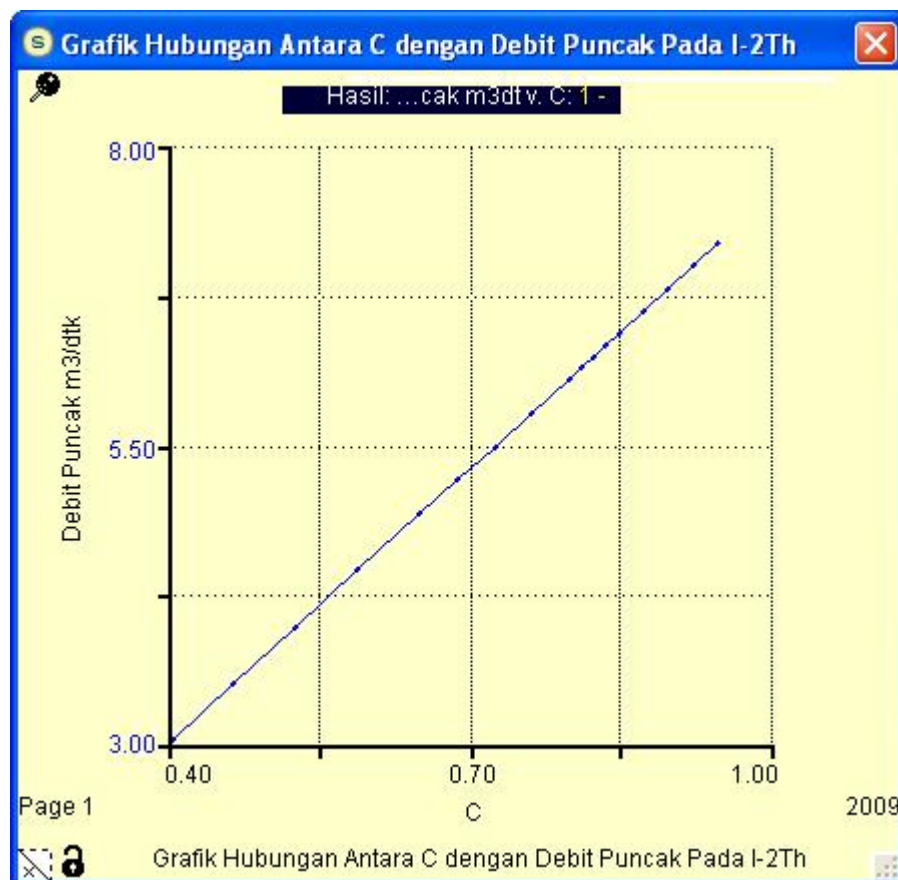


**Analisis Debit Puncak Dengan Intensitas Hujan P-2th Sub Sub DAS Halim**

13:14 27/07/2009 Table 1 (Analisis Debit Puncak Dengan Intensitas Hujan P-2th Sub Sub DAS Halim)

Time	C	Intensitas Hujan	Input Luas DAS Km2	Hasil: Debit Puncak m3dt
0	0.40	93.87	0.29	3.03
1	0.40	93.87	0.29	3.03
2	0.65	93.87	0.29	4.92
3	0.80	93.87	0.29	6.05
4	0.85	93.87	0.29	6.43
5	0.95	93.87	0.29	7.19
6	0.95	93.87	0.29	7.19
7	0.95	93.87	0.29	7.19
8	0.95	93.87	0.29	7.19
9	0.95	93.87	0.29	7.19
10	0.95	93.87	0.29	7.19
11	0.95	93.87	0.29	7.19
Final	0.95	93.87	0.29	

Lampiran 5. Debit puncak hasil menjalankan program Model SDDP pada sub-sub DAS Halim pada intensitas hujan 93,87 mm/jam periode ulang 2 tahun



Lampiran 6. Hubungan antara C dengan debit puncak hasil menjalankan program Model SDDP pada sub-sub DAS Halim pada intensitas hujan 93.87 mm/jam periode ulang 2 tahun

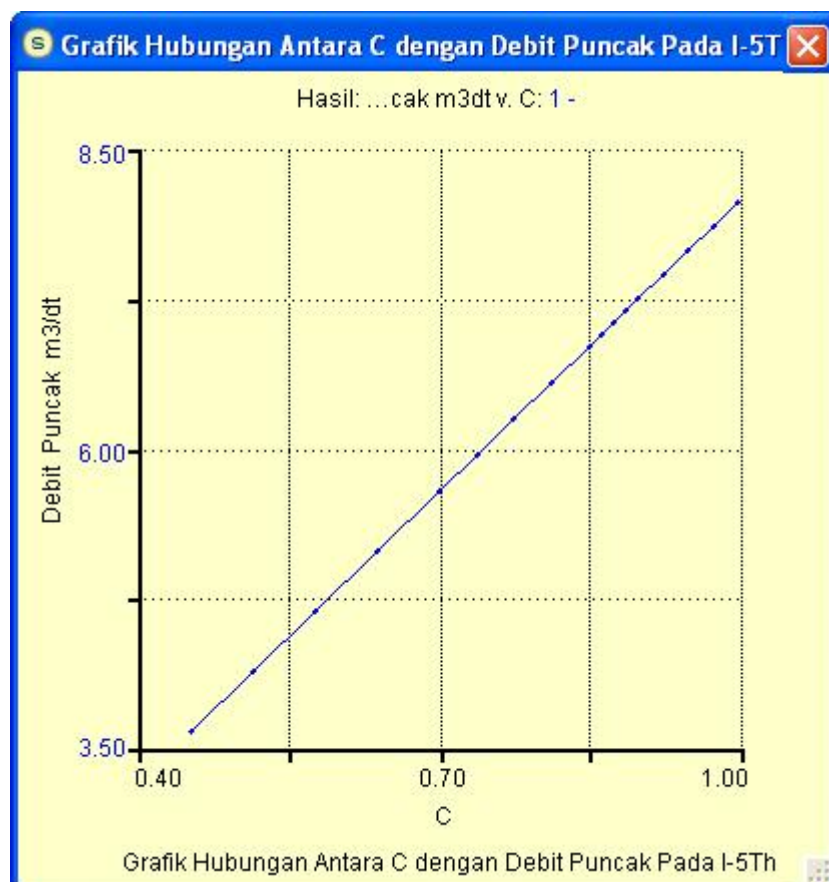


**Analisis Debit Puncak Dengan Intensitas Hujan P-5th Sub Sub DAS Halim**

14:33 27/07/2009 Table 1 (Analisis Debit Puncak Dengan Intensitas Hujan P-5th Sub Sub DAS Halim)

Time	C	Intensitas Hujan	Input Luas DAS Km2	Hasil: Debit Puncak m3/dt
0	0.45	100.00	0.29	3.63
1	0.45	100.00	0.29	3.63
2	0.70	100.00	0.29	5.64
3	0.85	100.00	0.29	6.85
4	0.90	100.00	0.29	7.26
5	1.00	100.00	0.29	8.06
6	1.00	100.00	0.29	8.06
7	1.00	100.00	0.29	8.06
8	1.00	100.00	0.29	8.06
9	1.00	100.00	0.29	8.06
10	1.00	100.00	0.29	8.06
11	1.00	100.00	0.29	8.06
Final	1.00	100.00	0.29	

Lampiran 7. Debit puncak hasil menjalankan program Model SDDP pada sub-sub DAS Halim pada intensitas hujan 100 mm/jam periode ulang 5 tahun



Lampiran 8. Hubungan antara C dengan debit puncak hasil menjalankan program Model SDDP pada sub-sub DAS Halim pada intensitas hujan 100 mm/jam periode ulang 5 tahun